

DE VRIENDEN VAN HET ZONIËNWOUd

HET ZONIËNWOUd

*Een nieuwe visie op een patrimonium
met toekomst*



GROENINGHE

MARDAGA

Koninklijke vereniging gesticht in 1909
Verbroederd met de *Association des Amis de la Forêt de Fontainebleau*,
Vereniging zonder winstoogmerk nr 410689189

Maatschappelijke zetel: Jan Blockxstraat 14/8, 1030 Brussel (Schaarbeek)
tel. 02/215.17.40
mail: zonien@base.be
www.amisoignes-vriendenzonien.be

Niets uit dit boek mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, geluidsland, elektronische of op welke andere wijze ook, zonder voorafgaande toestemming van de uitgever.

© 2009 Éditions MARDAGA
Avenue Pasteur, 6 – bât. H
B-1300 Wavre (Belgique)
www.mardaga.be
ISBN (version française) 978-2-8047-0030-0

D. 2009-0222-10
ISBN 978-90-77723-906
Uitgeverij GROENINGHE
Belfaststraat 12
B-8500 Kortrijk
www.groeninghedrukkerij.be





HOOFDSTUK 20

Het Zoniënwood, uniek voor aardwetenschappen en archeologie

DR. ROGER LANGOHR

Inleiding

Het Zoniënwood, een uitgestrekt bosbestand in de Belgische leemstreek, is een unieke site in West-Europa. Precies de aanwezigheid van het bos gedurende de laatste tienduizend jaar heeft het reliëf en de bodems beschermd tegen menselijke invloed. Het landschap en de bodem zijn ook een uitzonderlijke getuige van het verleden.

De bodems van het Zoniënwood maken deel uit van een ecosysteem* waar twee soorten componenten elkaar beïnvloeden: de levende componenten (biotisch) en de niet-levende (abiotisch). Het biotische gedeelte bevat alle organismen die in het ecosysteem leven of er voorbijgaan, het abiotische bestaat vooral uit het klimaat en de bodems. Om de evolutie van reliëf en bodems te begrijpen, is het dan ook belangrijk om rekening te houden met een geheel van elementen zoals het klimaat, de geologie, de fauna, de flora en de geschiedenis van de menselijke activiteiten.

Een uitzonderlijke afmeting

Vandaag is het Zoniënwood het grootste bosbestand tussen Oostende en Verviers. Het be-

slaat een oppervlak van 43 km², of zelfs 50 km² met de aangrenzende openbare bossen inbegrepen. Ook ten noorden en ten zuiden van het Zoniënwood zijn binnen een afstand van meer dan 60 km geen dergelijke grote beboste zones aanwezig.

Tienduizend jaar rust na belangrijke klimaatwijzigingen

Het huidige klimaat van het Zoniënwood kan men beschrijven met de gegevens van het meteorologisch station van Ukkel, dat gelegen is op hetzelfde plateau als het Zoniënwood. Jaarlijks valt er gemiddeld 820 mm neerslag met maandelijkse cijfers gelegen tussen 55 en 75 mm. Ter hoogte van het bos schat men dat er van de 820 mm neerslag, ongeveer 500 à 600 mm terug verdampt naar de atmosfeer. Dit is het proces van evapotranspiratie van het bos-ecosysteem. De verdamping of evaporatie van de regen ter hoogte van de kruin en de transpiratie van de bomen, vooral actief in de zomerperiode, zijn de belangrijkste componenten van deze watercyclus. Het verschil tussen neerslag en evapotranspiratie levert nog een overschot van een 250 mm per jaar (hoofdstuk 21). Dit heeft vooral plaats in de winterperiode,

wanneer er geen bladeren zijn aan de takken. In natuurlijke condities percoleert dit overschot door de bodems en voedt het de diepere watertafel met als gevolg dat de oplosbare voedingsstoffen uitspoelen zodat de bodem armer en dan ook zuurder wordt.

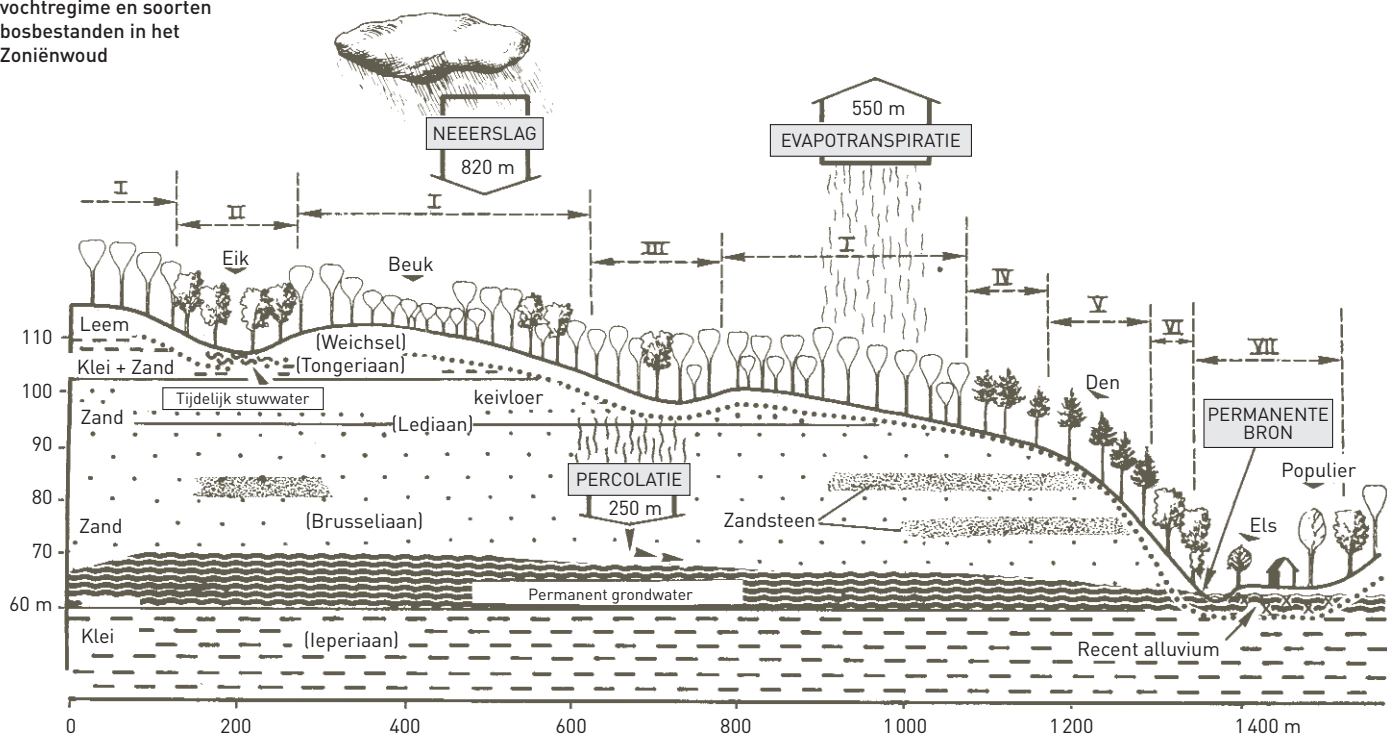
Het huidige gematigd oceaanklimaat, enkele kleine variaties uitgezonderd, heerste gedurende de laatste 10000 jaar. Daarvoor hadden we de laatste ijstijd. In werkelijkheid heeft België gedurende de laatste 1,8 miljoen jaren

zeker een tiental ijstijden gekend. Ijskappen en gletsjers breidden zich uit maar in België waren de klimaatscondities niet koud genoeg en hun uitbreiding bleef beperkt tot Engeland, Scandinavië, het noorden van Nederland en gebieden zoals de Vogezen, de Jura en de Alpen. Grenzend aan de ijskappen, waren de klimaatscondities in België wel bijzonder bar, "periglaciaal", zoals nu nog op Spitsbergen (Svalbard) en in streken van Noord Canada en Siberië waar een toendravegetatie groeit.

- I** Plateaus en zachte hellingen met beuken, en zeer lokaal eiken op leembodems zonder grondwatertafel. Deze eenheid domineert.
- II** Kleine depressie met Eiken op leembodems, met tijdelijk stuwwater. Komt weinig voor.
- III** Kleine depressie met beuken en ook wel Eiken, op leembodems zonder grondwatertafel. Komt veel voor.
- IV** Plateaus en zachte hellingen met naaldbomen op droge zandbodems. Enkele percenten van het bosoppervlak.

- V** Steile hellingen met coniferen op droge zandbodems. Enkele percenten van het bosoppervlak.
- VI** Voethelling met eikenbestand op leembodems, met permanent grondwater op grote diepte. Zeer klein oppervlak.
- VII** Vlakke valleibodem met els en populier, soms ook eik, op recent alluvium, met een permanente grondwatertafel op minder dan 1,5 m van het oppervlak. Komt voor in het laagste deel van de grote valleien; vijvers en sporen van bewoning (Groenendaal, Rood Klooster, Drie Borren, ...).

Geologische doorsnede, vochtregime en soorten bosbestanden in het Zoniënwood



Oorsprong en natuur van de sedimenten

Tijdens de laatste ijstijd, en in het bijzonder tussen 22 000 en 15 000 jaar heeft er zich een dikke laag stof afgezet in Midden-België. Het sediment was afkomstig uit de streek van de Noordzee die toen grotendeels droog lag daar de zeespiegel toen meer dan 100 m lager stond. Dit stof, "löss" genoemd door de geologen, bestond vooral uit fijne deeltjes, "leem" (grootte tussen 0,002 en 0,050 mm). Deze zijn groter dan kleideeltjes (kleiner dan 0,002 mm) en kleiner dan zandkorrels (tussen 0,050 en 2 mm). De leemstreek van Midden-België is bijna volledig bedekt met dit sediment.

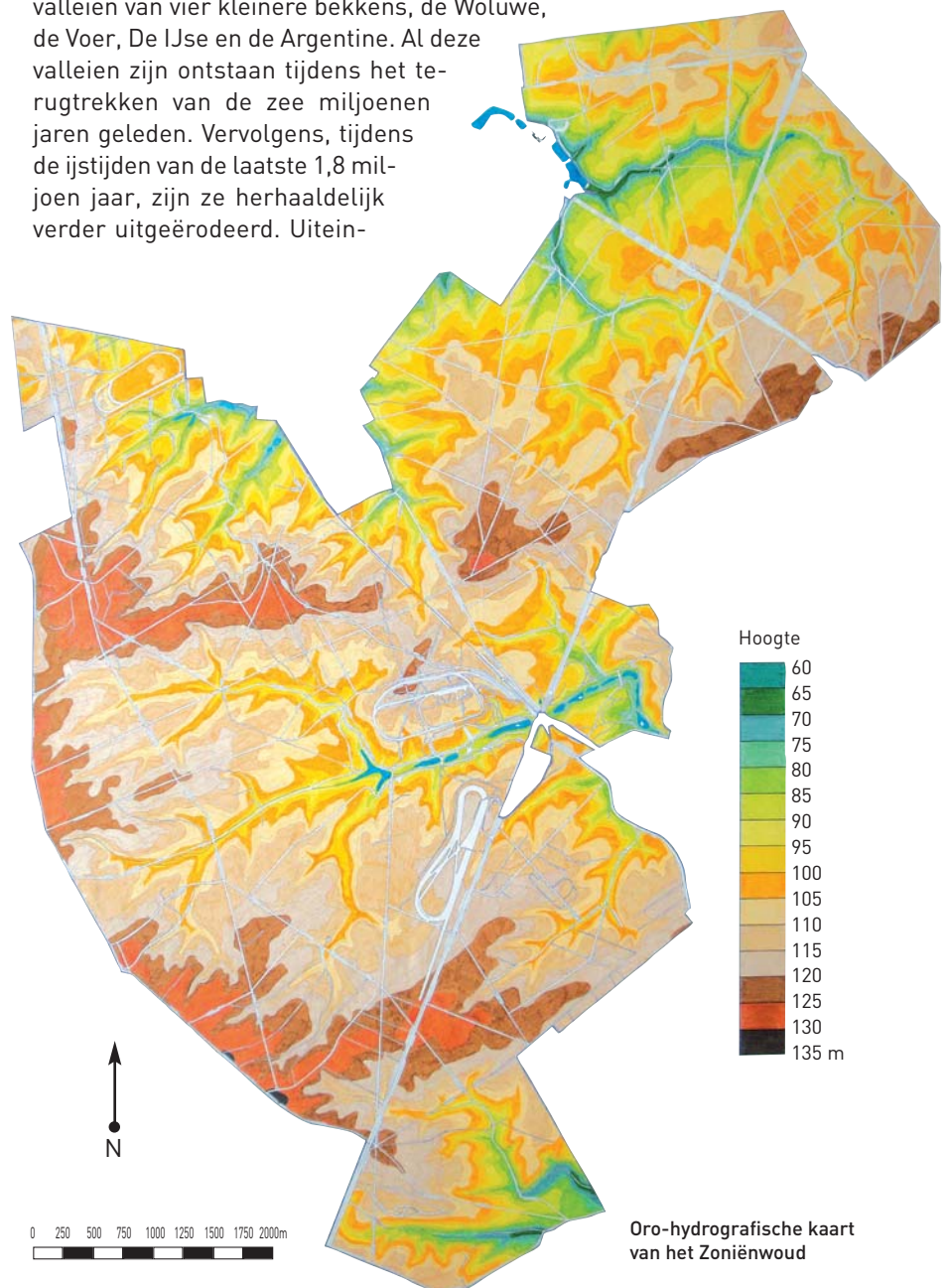
Enkel op de hellingen blootgesteld aan de zeer sterke wind en op de top van de heuvels kon het stof niet blijven liggen. De bodems zijn daar ontwikkeld in veel oudere sedimenten, die miljoenen jaren geleden werden afgezet door de zee. Ter hoogte van het Zoniënwoud zijn dit vooral zandafzettingen, de "Zanden van Brussel" die enkele tientallen meters dik kunnen zijn. Deze zanden hebben een hoge doorlaatbaarheid voor water, wat de afwezigheid van waterlopen in de meeste dalen verklaart, tenzij het water afkomstig is van de drainage van het wegennet. Hier en daar zijn de Zanden van Brussel gecementeerd door kalk en vormen zo de gekende kalkzandsteen, die bouwstenen hebben geleverd. Ze werden onder andere gebruikt voor het optrekken van de ringmuur en de gebouwen van de priorijen van Groenendaal en het Rood Klooster. Elders bevat het cement veel ijzer en is ijzerzandsteen gevormd. In de 9^{de} eeuw is in de omgeving van Groenendaal de ijzerzandsteen als erts ontgonnen voor een ijzerindustrie die in het bos plaatsvond.

Onder de grootste valleibodems bevinden zich oude, kleirijke, mariene afzettingen. De grondwatertafel stagneert op deze weinig permeabele laag waardoor hier de zeldzame bronnieaus van het bos voorkomen, zoals ter hoogte van de priorijen van Groenendaal en het Rood Klooster en de vijvers van Bosvoorde. Deze zones zijn steeds door de mens uitgekozen als woonplaatsen.

Het reliëf van het Zoniënwoud

Vormen in het landschap uit andere tijden

Een belangrijk deel van het Zoniënwoud bevindt zich op de min of meer vlakke waterscheidingskam rond 120 m hoogte. Ze scheidt het bekken van de Zenne naar het westen met dat van de Dijle in het oosten en het zuiden. Vanaf dit plateau daalt het oppervlak eerst zacht, vervolgens wordt het meer ingesneden door de valleien van vier kleinere bekkens, de Woluwe, de Voer, De IJse en de Argentine. Al deze valleien zijn ontstaan tijdens het terugtrekken van de zee miljoenen jaren geleden. Vervolgens, tijdens de ijstijden van de laatste 1,8 miljoen jaar, zijn ze herhaaldelijk verder uitgeërodeerd. Uitein-



delijk is het landschap sterk ingesneden, wat een uitzonderlijke dimensie geeft aan het Zoniënwood. Dankzij haar uitgestrektheid en haar ligging in het reliëf van Midden-België, kan men hier een grote variëteit aan topografische posities observeren en bestuderen. Dit gaat van de top van de plateaus tot de bodem van de valleien met achtereenvolgens convexe (bol), rechte en concave (hol) hellingen, en dit in alle oriëntaties.

Ter plaatse ziet men dat de dalen en valleien, vanaf het plateau, dikwijls drie opeenvolgende vormen bezitten. In het begin is het dwarsprofiel van het dal concaaf of hol. Van zodra de valleibodem steiler wordt, ziet men een ravijn met V-vorm en zigzaggend verloop ingesneden in het concaaf dal. En tenslotte, wanneer de valleibodem terug minder hellend wordt, veranderd het V-vormig ravijn in een vlak bodemdalen met duidelijke sporen van meanders die de zijanten van valleihellingen uithollen. Deze opeenvolging getuigt van een zeer sterk waterdebiet doorheen deze dalen en valleien. Nochtans liggen onder het klimaat van de laatste 10 000 jaar de meeste van die valleien droog. Men moet teruggaan naar de laatste ijstijd om periodes te vinden met geschikte milieucondities om grote waterstromen te produceren. In bepaalde len-

tes van die periode konden grote hoeveelheden dooiwater van sneeuw niet in de nog bevroren bodem dringen zodat het de helling afliep. De waterconcentratie ter hoogte van de depressies werd hierdoor zo groot dat, ondanks het relatief kleine waterbekken, de erosiekracht voldoende was om een V-vormig ravijn in te snijden. Eenmaal de zeer koude klimaatscondities voorbij waren, is deze reliëfconfiguratie bewaard tijdens de laatste 10 000 jaar.

Niets beweegt zolang men in het bos blijft

In de leemstreek is erosie door afspoelend regenwater op landbouwpercelen een belangrijk proces. Doorheen de tijd zijn de hellingen geleidelijk zachter geworden en de dalen en valleien gedeeltelijk opgevuld met sedimenten. Onder de bosbestanden echter, komen erosie en sedimentatie door regenwater dat over het bodemoppervlak vloeit, quasi nergens voor. Enkel op plaatsen waar de bodem samenge-drukt is door menselijke activiteiten, kan men spectaculaire erosieprocessen observeren, zoals op paden en in zones waar bosontgin-ningsmachines rijden, of waar recreatieve activiteiten plaatsgrijpen. Bodemonderzoek heeft trouwens aangetoond dat het oppervlak van het plateau en de zachte hellingen waar men vandaag op wandelt, hetzelfde is waarop een 15 000 jaar geleden de rendieren liepen.

Het Zoniënwood is dus uniek dankzij haar uitgestrektheid, de opeenvolging van diverse reliëfsvormen die dateren uit een vroegere tijd, en de relatief beperkte menselijke invloed. Buiten het woud zijn deze vormen gedeeltelijk geërodeerd en begraven onder recente sedimenten.

Getuigen van vroegere menselijke activiteiten

De afwezigheid van natuurlijke erosie in het Zoniënwood wordt bevestigd wanneer men de nog goed bewaarde sporen bekijkt, nagelaten op het bodemoppervlak door diverse menselijke activiteiten. Sommige hiervan gaan eeuwen

Voorbeeld van bodemerosie onder landbouw in de leemstreek





Opeenvolging in de morfologie van de valleibodems

I concave bodem

II ravijn met V-vorm en zigzag verloop.

III vlakke valleibodem met sporen van meanders



De geïllustreerde valleivormen hebben vandaag geen waterloop; deze vormen zijn een erfenis van de ijstijd die 10 000 jaar geleden beëindigd is.

De bladeren aanwezig op de hellingen van fig. 5 en 6 wijzen op de afwezigheid van erosie onder bos, zelfs op steile hellingen

Golvend reliëf in de leemstreek van Midden-België. Oorspronkelijk was het reliëf sterker uitgesproken, zoals in het Zoniënwoud, maar als gevolg van erosie op de hellingen en gedeeltelijke vulling van de valleibodems met sedimenten is het zachter geworden



en zelfs millennia terug. Fig. p.187-188 geven enkele voorbeelden van deze goed zichtbare sporen. Buiten het bos zijn de meeste van dergelijke oppervlaktesporen volledig verdwenen.

Erosie in de bodem van een ravijn. De bladeren op de ravijnhellingen tonen dat het water niet afkomstig van deze posities. Het water is hier afkomstig van de drainage van het hoger gelegen wegennet



Ondanks een beperkte menselijke invloed, bezit het Zoniënwoud dus een kostbaar archief aan uitzonderlijk goed bewaarde archeologische sporen.

De bodems, een wereld te ontdekken onder de voeten

Waarom het bos er nog steeds is

Het Zoniënwoud bevindt zich in het midden van de leemstreek (§ 3) die een groot deel van Midden-België bedekt. Deze streek, bekend om een hoge bodemvruchtbaarheid, is vandaag grotendeels onder intensieve landbouw. De aanwezigheid van een 50 km² groot bosbestand te midden het landbouwgebied is dus wel verwonderlijk. Het is dankzij haar statuut van herzogelijk woud sinds de 13^{de} eeuw, dat dit bosbestand bewaard is gebleven. Men kan het

Erosie in het bos als gevolg van een veel te sterke recreatiedruk





Twee stellen van gracht en aarden wal die behoren bij de poging om paarden te kweken (stoeterij) in een omheinde zone en die dateren uit de perioden van aartshertogen Albrecht en Isabella (begin 17^{de} eeuw) (links) en Antoon van Bourgondië (begin 15^{de} eeuw) (rechts)





1 Terrasjes, mogelijk aangelegd voor een boomkwekerij van naaldhout (einde 18^{de} eeuw); een oude wijngaard is niet uitgesloten

2 Er bestaan in het Zoniënwood meer dan 10 000 heuveltjes. Ze hebben een doorsnede tot 6 aan 8 m en zijn enkele decimeters hoog (zichtbaar in de schaduw van de boom). Een duizendtal van deze structuren bestaan uit ijzerslakken en ander afval die behoren bij een ijzerindustrie met de bouw van laagovens die dateren uit de 8^e-9^e eeuw. De andere heuveltjes zijn gebonden à de houtskoolproductie (meilers), een zeer belangrijke activiteit in het bos tot de 20^{ste} eeuw

3 Een geheel van drie grote aarden wallen en grachten uit het Midden-Neolithicum (een 5000 jaar geleden)

4 Twee tumuli, waarschijnlijk Romeins

landschap dan ook enkel ten volle begrijpen als men de geschiedenis kent.

De eerste landbouwers die zich een 7000 jaar geleden (het Vroeg-Neolithicum) hebben gevestigd in België, zijn begonnen met het ontginnen van bepaalde delen van de leemstreek. Waarom deze eerste kolonisatie slechts een paar eeuwen heeft geduurd, en dat zij beperkt is gebleven tot het zuidelijk, zuidoostelijk en oostelijk deel van de leemstreek, kan men verklaren aan de hand van de studie van de bodems van het Zoniënwoud. Het blijkt namelijk dat deze streek toch niet zo vruchtbaar is als men kijkt naar de eigenschappen van het bovenste meter van deze bodems.

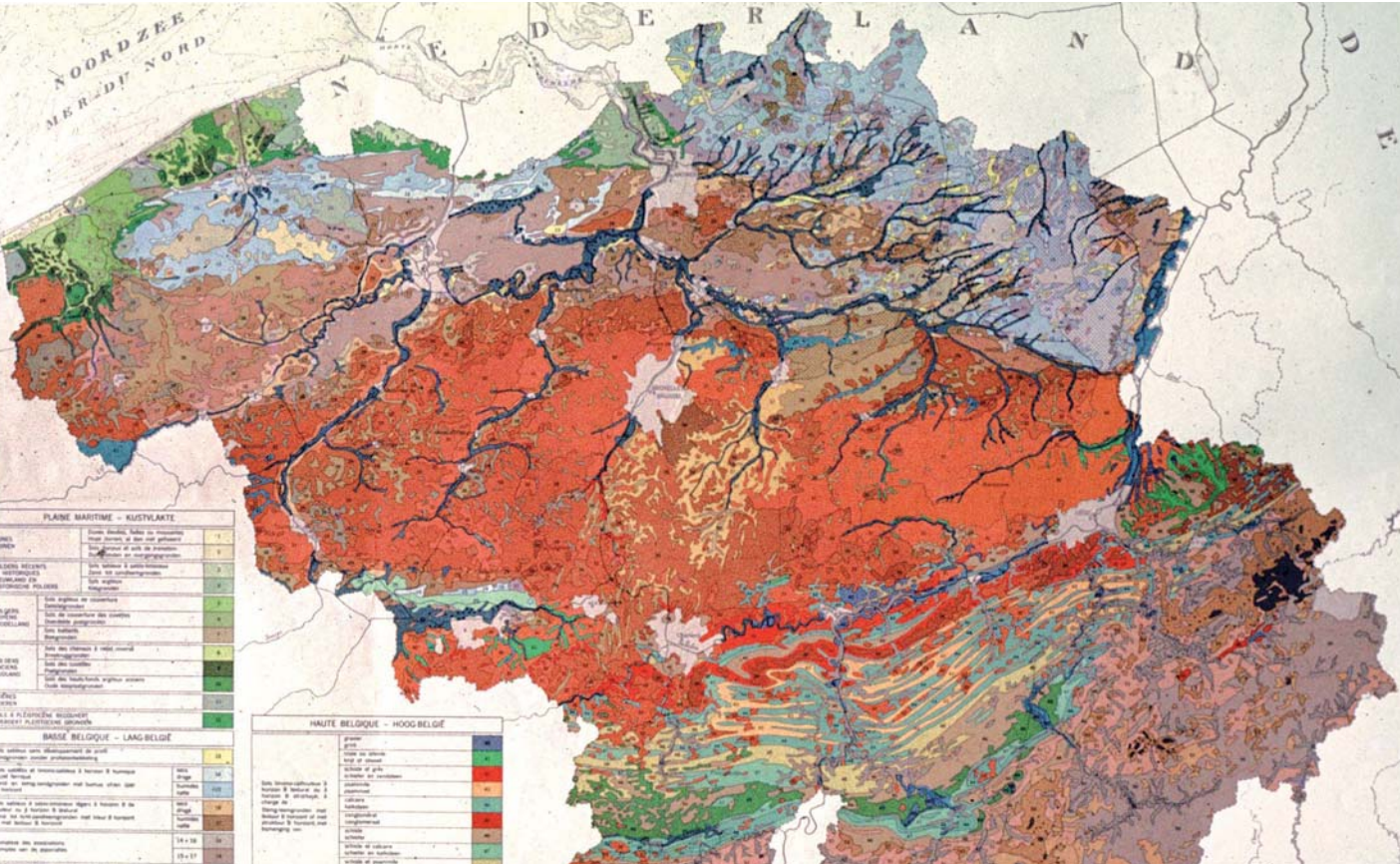
Een bodem getuige van 15 000 jaar milieuevolutie

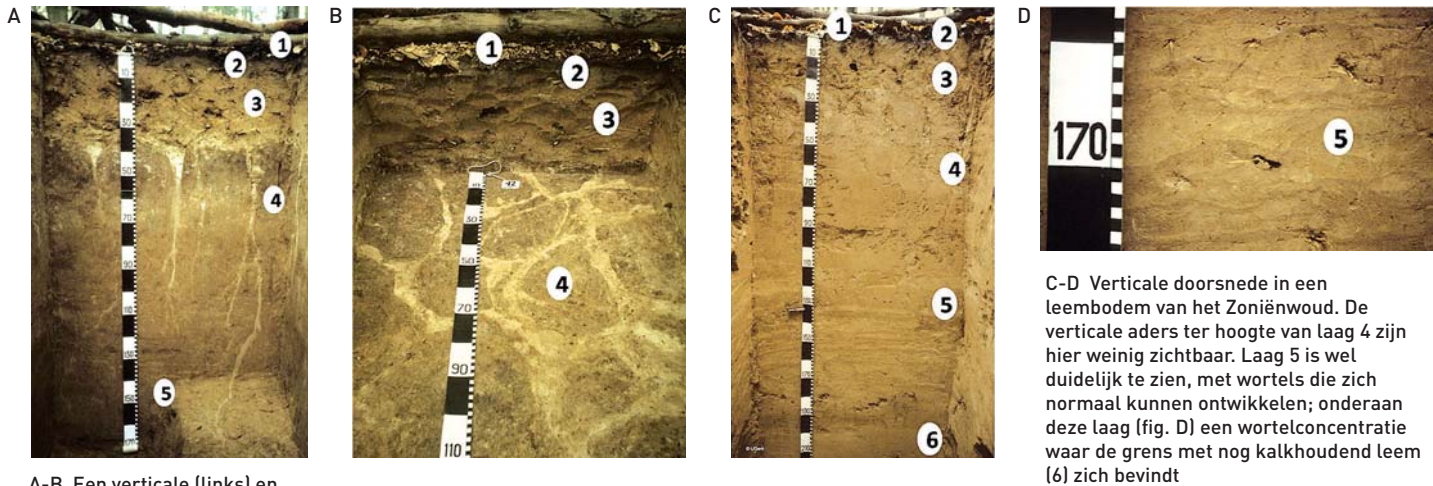
De evolutie van de leembodems van het Zoniënwoud begon 15000 jaar geleden, vanaf een

ogenblik dat tijdens de laatste ijstijd de eerste perioden met een meer gematigd klimaat afwisselden met nog zeer koude fasen. Het is ook vanaf dat ogenblik dat er geen löss meer afgezet werd. In het begin waren de bodems zeer vruchtbaar want het sediment bevatte kalk. Sindsdien zijn de bodems geëvolueerd en vandaag vertonen ze een opeenvolging van zes lagen waarvan de eerste vijf geen kalk meer bevatten. Dit bodemtype wordt hier beschreven vanaf het oppervlak (de lagen staan aangeduid op fig. p. 190)

Aan het oppervlak ligt een laag bladstrooisel (1), enkele centimeters dik, gevolgd door een dunne zwarte laag (2), aangerijkt met humus (sterk ontbonden organische stof). De beperkte dikte van deze laatste weerspiegelt de afwezigheid van bodemfauna zoals regenwormen en mollen die de bodem doorboren. Rond 30-40 cm diepte, ziet men een scherpe grens. Boven die grens is er een grote concentratie

Bodemkaart van België. De bruine zone komt overeen met de leemstreek. Het Zoniënwoud bevindt zich in het midden van deze zone (Atlas van België, blad IIB, Militair Geografisch Instituut)





A-B Een verticale (links) en een horizontale (rechts) doorsnede in een leembodem van het Zoniënwood

C-D Verticale doorsnede in een leembodem van het Zoniënwood. De verticale aders ter hoogte van laag 4 zijn hier weinig zichtbaar. Laag 5 is wel duidelijk te zien, met wortels die zich normaal kunnen ontwikkelen; onderaan deze laag (fig. D) een wortelconcentratie waar de grens met nog kalkhoudend leem (6) zich bevindt

aan wortels (3). Onder deze grens echter (4) bevinden alle sporen van levende en dode wortels zich enkel en alleen in een reeks verticale aders met een lichtere kleur. Een horizontale doorsnede uitgevoerd op 42 cm diep toont dat deze aders een opgevuld barstensysteem in een veelhoekig (polyonaal) patroon vormen. Dit geheel is ontstaan door een extreme uitdroging van de bodem, waarbij door het krimpen barsten ontstaan die tot een meter diep gaan. Het klimaat van de laatste 10000 jaar heeft dergelijke droge periode niet gekend. Hiervoor moet men verder teruggaan, tot in de laatste ijstijd, om tussen 10000 en 15000 jaar zeer koude en droge perioden te vinden die de bodemmorfologie kunnen verklaren. Deze heeft vandaag nog een impact op de wortelontwikkeling want tussen 30/40 en 120 cm diepte kunnen zij slechts langs dit oud barstensysteem in de bodem dringen. De wortels hebben hier dan ook een platte vorm, net alsof zij in de spleten van een rots zouden groeien. Merk-

waardig eveneens is de volledige afwezigheid van galerijen van regenwormen en mollen op deze diepte.

Rond 120 cm verdwijnt het barstensysteem (5) en de wortels die tot die diepte zijn geraakt vertakken zich en groeien verder zonder enige moeite tot 2 à 4 m diep, waar ze de kalkbevattende leem bereiken (6). Op deze diepte vinden we nog de onverweerde originele löss meer dan 15000 jaar geleden afgezet.

Wat de chemische vruchtbaarheid betreft, vertonen deze bodems een sterk contrast. Tot een meter diep bevatten deze nooit bewerkte leembodems onder bos zeer weinig voedingsstoffen. Dit is het gevolg van duizenden jaren evolutie onder een klimaat met een hogere neerslag dan de evapotranspiratie. Dieper in de bodem verbeterd de voedingstoestand en rond 2 à 4 m is deze zelfs zeer goed wegens de aanwezigheid van de kalkrijke leem. Het is op dat niveau

Windworp van beuk. De diepere wortels volgen een polyonaal barstensysteem

Windworp van eik. Detail van het wortelsysteem dat het polyonaal barstensysteem in laag 4 volgt



dat de bomen een belangrijk deel van hun voedingsstoffen opnemen, inclusief de beuken die dus wel een diep wortelgestel kunnen ontwikkelen. Vandaar de uitstekende productiviteit voor hout van het Zoniënwoud. Voor de kruidenvegetatie echter, met wortels beperkt in hun groei tot de bovenste decimeters, is er een zeer grote competitie voor water en voedingsstoffen (vele boomwortels bevinden zich eveneens op dat niveau). Vandaar de aanwezigheid van een vegetatie typisch voor zeer arme bodems. Bepaalde van deze planten groeiden reeds op de verlaten akkers tijdens het Neolithicum, meer dan 7000 jaar geleden. Onderzoek op deze archeologische sites heeft trouwens aangetoond dat de bodems er gelijk zijn aan deze van het hedendaagse Zoniënwoud.

Het woud vertegenwoordigt dus een unieke erfenis. Overal waar de leembodems vandaag of in het verleden onder landbouw zijn geweest, zijn de oude kenmerken verdwenen. Dit is vooral te wijten aan de bewerking, de erosie en de activiteit van gravende dieren zoals regenwormen en mollen waarvan de populatie sterk stijgt wanneer mest en kalk aan de bodem worden toegevoegd. Dezelfde bodemfauna komt eveneens voor in bosbestanden die begraaasd werden door vee, schapen en varkens, dieren die veel mest produceren. Die praktijken kwamen veel voor vanaf de Middeleeuwen en hebben voortgeduurd tot in de 19^{de} eeuw. Het hertogelijk bos echter, waarvan het beheer gericht was op productie van timmerhout en houtskool, is grotendeels ontsnapt aan dergelijk beheer. Opnieuw vormt het Zoniënwoud een uitzondering.

Bodemdegradatie in het Zoniënwoud

Gedurende de tweede helft van de 20^{ste} eeuw werden meerdere "negatieve" eigenschappen van het Zoniënwoud ecosysteem toegeschreven aan de beukenmonocultuur die ingevoerd werd op het einde van de 18^{de} eeuw (zie hoofdstuk 6). Recente studies in het Zoniënwoud weerleggen een reeks van deze theorieën. Vooreerst is er de hoge zuurgraad van de bodems, toegeschreven aan de beuken. Beukenstrooisel zal de bodem wel niet verbeteren maar in de



Reconstructie van een huis van de eerste landbouwers in de leemstreek



Een bodem dichtbij een dorp van de eerste landbouwers en vandaag gedeeltelijk begraven onder 35 cm recentere sedimenten. Vanaf 70 cm diepte gelijkt de bodemmorfolgie sterk op laag 4 beschreven in de bodems van het Zoniënwoud (zie p. 190, eerste foto)



vorige paragraaf is aangetoond dat deze bodems al 7 000 jaar geleden, zuur en arm waren wanneer de eerste landbouwers gepoogd hebben ze onder cultuur te brengen. Vervolgens is er de vaak voorkomende afwezigheid van kruidenvegetatie onder de kathedraal* beukenbestanden. Ook onder bepaalde eikenbestanden kan de kruidenvegetatie echter ontbreken. Het blijkt dat voor de hierboven beschreven bodems, die dikwijls door menselijk verkeer beïnvloed zijn (zie volgende paragraaf), het de competitie voor water is die onder goed ontwikkelde bosbestanden de kruidenvegetatie en zelfs de bosregeneratie sterk beperkt. Ook de uitspraak dat beuken, door een ondiep wortelstelsel de bodem uitputten, komt ook niet overeen met de werkelijkheid. In de vorige paragraaf is gewag gemaakt van beukenwortels die tot 3-4 m diep groeien. Dit verklaart hoe we hier op wereldschaal één van de hoogste producties van beukenhout bekomen. Indien het wortelsysteem zich slechts ondiep zou ontwikkelen in de zeer arme en zure bovenste bodemlagen, zou een dergelijke opbrengst onmogelijk zijn.

De “echte” bodemdegradatie: waar de mens voorbijkomt

De sterkste degradatie van de leembodems in het Zoniënwoud, bijna overal aanwezig onder de beukenbestanden, is niet te wijten aan deze boomsoort maar aan de oppervlakkige bodem-

verdichting. Deze is een gevolg van betreding door de mens, hetzij met ontginningsmachines, met paarden, of te voet. Deze bodems, rijk aan leemdeeltjes en met weinig klei en zand, zijn zeer gevoelig voor druk, vooral wanneer ze vochtig zijn. Bovendien zijn er bijzonder weinig organismen die de bodem omwoelen zoals diep borende regenwormen en mollen. Eens de bodem verdicht is, is er weinig hoop dat deze op korte tijd zal verdwijnen !

De bodemverdichting door de bosontginning en de recreatie is dramatisch voor het bosesysteem (hoofdstukken 4 en 22). Zij begint al bij een lichte verdichting: op dat ogenblik infiltreert het water nog in de bodem, maar de wortels van de gekiemde zaailingen kunnen al niet meer in de bodem dringen. Maar daar houdt het niet op, want over grote oppervlakten bereikt de verdichting enkele decimeters diepte. Op 30-40 cm begint dan de natuurlijke compacte bodemlaag die de kruidenwortels grotendeels tegenhouden en waar de boomwortels slechts dieper kunnen groeien doorheen een reeks verticale aders. Zo komen we tot bodems die bijna geen ruimte meer bieden voor wortelgroei. Bovendien is er het risico dat de wortels die groeiden vooraleer de bodemverdichting plaatsgreep, zullen verstikken door gebrek aan zuurstof. De bodem kan zelfs zo compact worden dat na een regenbui, het water gewoon blijft staan aan het bodemoppervlak.

De betreding door paarden heeft de bodem sterk verdicht en een vegetatie bestaande uit waterpeper, een typische plant voor moerascondities, heeft zich hier gevestigd



Besluit: lessen uit het Zoniënwoud, een unieke site voor de aardwetenschappen en de archeologie

- Met zijn 50 km² aan gevarieerd reliëf en met leembodems die steeds onder bos zijn gebleven en zeer weinig begraaasd, is dit een uitzonderlijke site in West-Europa.
- De valleimorfologie is een erfenis van erosieprocessen die plaats hebben gehad tijdens de ijstijden waarvan de laatste een 10 000 jaar geleden is beëindigd. Buiten het bos is deze morfologie grotendeels verdwenen wegens erosie- en sedimentatieprocessen die sinds eeuwen zeer actief zijn op de landbouwlanden.

- Dankzij de afwezigheid van erosie zijn oude menselijke sporen duizenden jaren bewaard gebleven, wat een enig archeologisch patrimonium levert.
- Vanaf 30-40 cm diepte vertonen de bodems kenmerken die teruggaan naar klimaatscondities van het einde van de laatste ijstijd, een 10 000 jaar geleden.
- Al deze oude sporen zijn eveneens zo goed bewaard dankzij de afwezigheid van borende bodemfauna zoals grote regenwormen en mollen.
- De boomwortels, ook die van de beuken, dringen tot enkele meters diep waar ze vruchtbare bodemlagen bereiken. Dit weerspiegelt zich in de bijzonder hoge houtproductie.
- Het Zoniënwoud heeft dezelfde bodems als die welke de eerste landbouwers, 7 000 jaar geleden, in de leemstreek, hebben getracht onder cultuur te brengen. Deze bodems hebben nu nog steeds dezelfde vruchtbaarheidsproblemen als toen. Dit is een unieke erfenis voor de aardwetenschappen toegepast op het archeologisch onderzoek.
- De kruidenvegetatie echter, met een wortelsysteem beperkt tot de bovenste 30-40 cm, groeit in een zeer arme bodem en moet sterk concurreren voor voedingsstoffen en water. Dit verklaart de aanwezigheid van een reeks typische planten voor arme bodems en het volledig verdwijnen van de kruidenlaag waar de bosbestand goed ontwikkeld is (de "naakte" beuken- en eikenbossen).
- De verschillen tussen de bodems onder bos en die onder landbouw, zijn te wijten aan de mens. Het is niet het bos dat verantwoordelijk is voor de verarming van de bodems, ze

Zone waar de bodem zo verdicht is, dat het water aan het oppervlak blijft staan



waren immers al 7000 jaar geleden arm. Het is de mens die, direct en indirect, de vruchtbaarheid van de bodems onder landbouw in de leemstreek heeft verhoogd.

- De beuk is niet verantwoordelijk voor de hoge zuurgraad van het bovenste deel van de bodems, noch voor de aanwezigheid van een bodemlaag op 30-40 cm diepte met geringe fysische fertiliteit, noch voor de verdichting van de oppervlaktebodem.
- Leembodems zijn zeer gevoelig voor verdichting. Betreding met zware machines en met paarden heeft dan ook catastrofale gevolgen. Over grote oppervlakten met verdichte bodems is de natuurlijke bosregeneratie zeer beperkt en soms zelfs afwezig. Meerdere eeuwen zijn nodig alvorens deze verdichting op natuurlijke wijze zou verdwijnen.
- Het reliëf en de bodems van het Zoniënwoud vertegenwoordigen vandaag een enige erfenis die bescherming verdient als natuurreserveaat, althans voor de aardwetenschappen en de archeologie.

MEER WETEN

LANGOHR, R., 2001, *L'anthropisation du paysage pédologique agricole de la Belgique depuis le Néolithique ancien – Apports de l'archéopédologie*, Étude et Gestion des sols, 8-2, p.103-118.

LANGOHR R., 1990, *L'homme et les processus d'érosion des sols limoneux de Belgique et du Nord-Ouest de la France*. Les Celtes en France du Nord et en Belgique, VI-I^{er} siècle avant J.C. Bruxelles, éd. Crédit communal, p. 211-222.

LANGOHR R., *Rubané et Cardial*, CAHEN D. & OTTE M. eds, 1987, *The dominant soil types of the Belgian loess belt in the Early Neolithic.*, Liège, E.R.A.U.L., 39, p. 117-124.

LANGOHR R. & SANDERS J., 1987, *De gedegradeerde bodems in het Zoniënbos – een Oostenrijkse erfenis ?* Het Zoniënwoud, Kunst en Geschiedenis, van oorsprong tot 18^{de} eeuw, Ed. K. DE MULDER, Royale Belge, p. 99-103.

LANGOHR R., 1986, *La pédologie et l'évolution des terres dans la région limoneuse de Belgique*. Hommes et terres du Nord 2-3, p. 94-97.

CUYCKENS G. & LANGOHR R., 1985, *Zoniënwoud*. De open ruimte in Vlaanderen. Een geografische-landschappelijke en biologische verkenning. Exploratiepakket 4, *Zoniënwoud en Hallerbos*, Koning Boudewijnstichting, p. 5-28.

LANGOHR R. & SANDERS J., 1985, *The Belgian loess belt in the last 20 000 years: Evolution of soils and relief in the Zonien Forest*, Soils and Quaternary Landscape evolution, Boardman Ed., John Wiley and Sons Ltd., p. 359-371.

LANGOHR R. & CUYCKENS G., 1985, *Een bos op lemen voeten, bodem en reliëf in het Zoniënbos: unieke getuigen!* Natuurreservaten 7, (5), p. 132-139.

DE MEYER, H. & LANGOHR R., 1984, *Het Zoniënbos, of de menselijke invloed op de natuur*, Wielewaaal, 50, p. 357-365.

The Soignes Forest, a unique site for earth sciences and archaeology

In Western Europe, the Soignes Forest is a unique site for Earth Sciences and Archaeology. Several items stand out for this remarkable site :

- a very large surface (43 km²),
- a position in the centre of the silty region of Middle Belgium, an area with intensive and ancient agriculture,
- a rather diverse relief, starting from the water divide between Senne and Dyle rivers, with plateau areas and smooth slopes becoming steeper towards the valley bottoms that display a succession of three morphological types,
- this area has never been cleared for agricultural purposes and hence soils have undergone very little human influence,
- a royal forest that has been exceptionally preserved from the ancient practice of cattle grazing under forest cover.

Thanks to all these characteristics, relief and soils have been preserved from erosion and sedimentation processes. Both of these are very active outside the forest on the agricultural land. Consequently, the present day soil surface is still largely the same as the one that the reindeer ran some 15,000 year ago, during the Last Ice Age.

The absence of natural erosion under forest cover comes into evidence by the presence at the soil surface of well preserved human traces that date back to centuries and even several millennia ago. So, nevertheless a limited human occupation, the Soignes Forest conceals exceptionally well preserved archaeological traces. Furthermore, from a few decimetres depth, the soils show characteristics that originated in environmental conditions of the Last Ice Age, which ended some 10,000 years ago. The soils of this forest stand are also very close to those that the first farmers, some 7,000 years ago, started to clear and cultivate in the silty region of Belgium.

Today the soils undergo here a degradation mainly related to the passage of forest exploitation engines in various recreation activities. The compression of the soils can be so strong that the growth of the herbaceous vegetation and even the forest regeneration become difficult.

To conclude, the Soignes Forest represents today a unique heritage that deserves to be protected as a nature reserve for earth sciences and archaeology.

